

УДК 504.05

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ НА КІНЦЕВІЙ СТАДІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОВИХ РОДОВИЩ

Я.М. Семчук, Е.Е. Скиба

ІФНТУГ, вул.Карпатська, 15, Elichka_jan@mail.ru

Розробка нафтових родовищ, особливо на кінцевій стадії характеризується різноманітною дією на довкілля: відбуваються зміни природного стану його компонентів - поверхневих та підземних вод, ґрунтів, атмосферного повітря. Ці зміни можуть призвести до значних непередбачених наслідків. Запобігання можливого негативного впливу на довкілля при експлуатації нафтових родовищ та збереження життєво забезпечуючих функцій природного середовища в даний час розглядається як одна з найважливіших і актуальніших проблем.

Відомо, що нафту, конденсат, природний газ видобувають у складі суміші із пластовими водами, які представлені, у більшості випадків, високомінералізованими водами та розсолами хлоридного типу, які з різних причин та різними шляхами можуть забруднювали природні води.

При забрудненні водоносних горизонтів формуються ареали сольових

Забруднень, які з часом збільшуються у розмірах і захоплюють ділянки чистих. Природних вод. Прискорює цей процес наявність діючих водозаборів підземних вод, у зоні яких вплив фільтрації відбувається з підвищеними швидкостями. Проблема сольового забруднення пластовими водами виникла у межах Північно-Долинського нафтоконденсатного родовища, де у навколишніх селах Яворів та Гузіїв концентрація солей у прісних водах зросла до 6,5 г/дм, що призвело до неможливості їх споживання.

Хімічне забруднення хлоридами справедливо можна вважати найбільш складним для вивчення та небезпечним для довкілля, оскільки навіть після ліквідації його джерел природне відновлення підземних вод може наступити тільки через десятки років. Найбільші проблеми забруднення природного середовища мінералізованими розсолами проявляються на кінцевій стадії розробки родовищ, де застосовується система підтримки пластового тиску.

Вибір і актуальність роботи зумовлені ще і тим, що у Прикарпатті знаходяться на завершальній стадії розробки ще десятки нафтових родовищ, а існуючі в практиці методи та засоби не завжди ефективні, крім того, в окремих випадках, не можуть бути використані для захисту підземних вод від забруднень.

Аналіз експлуатації нафтових родовищ показав, що на кінцевій стадії розробки вони є екологічно небезпечними об'єктами; у межах Північно-Долинського нафтоконденсатного родовища у навколишніх селах Яворів та Гузіїв зафіксовано значне сольове забруднення підземних вод (до 6,5 г/дм³), що призвело до неуможливлення їх споживання, така ситуація вимагала розробки природоохоронних методів та засобів.

У початковий момент часу після виникнення джерела забруднення водоносного пласта його координати можна визначити, крім запуску індикаторів, на основі хімічного аналізу відібраних проб: найбільша концентрація солей вкаже на близькість до джерела забруднення.

Для визначення координат нафтової свердловини, як джерела забруднення підземних вод нами розроблено метод, технологічно суть його зводиться до наступного. Якщо в водоносному горизонті помічено забруднення питної води продукцією нафтових свердловин, то логічно визнати, що джерелом забруднень є одна з нафтових свердловин, стовбур якої пошкоджено процесами корозії. У такому випадку необхідно створити інтенсивний відбір води з пласта у певній його точці (точковий стік), який викличе фільтрацію води в водоносному горизонті. Точковим стоком може бути одна з криниць, з якої здійснюється відбір води потужним занурювальним насосом. У точках можливого збору інформації про рівні (напори) в водоносному пласті необхідно проводити безперервну реєстрацію рівня води в часі.

Враховуючи інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови родовища найбільш ефективним способом є спорудження навколо експлуатаційних свердловин — джерел забруднення водоносного горизонту ін'єкційних завіс.

Вибір матеріалу для її спорудження є дуже важливим. До тампонажних матеріалів для

ін'єкційних завіс пред'являється низка підвищених вимог, обумовлених довготривалим знаходженням в агресивному середовищі, що представлене хлоридами натрію, магнію і їх водами різної концентрації.

Основні вимоги зводяться до наступного:

1. Висока стійкість до агресивного середовища стосовно хімічного складу пластових вод.
2. Збереження міцності та адгезивних властивостей протягом періоду, що по тривалості відповідає терміну експлуатації нафтового родовища.
3. Водонепроникність протягом довгого періоду часу.
4. Порівняно невелика вартість та не дефіцитність.

Матеріалом для спорудження завіси, враховуючи гранулометричний склад та фільтраційні властивості водоносного горизонту у межах родовища є цементний розчин на розсолі NaCl (хлористого натрію) з добавкою розчину силікату натрію.

Граничний радіус R розповсюдження тампонажного розчину у ґрунтах водоносного горизонту із окремої свердловини розраховуємо за формулою:

$$R = R_{ce} + \frac{k_{\Pi} \cdot \Delta P \cdot \rho_v}{b \cdot \rho_c \cdot \mu_v \cdot \sqrt{\delta} \cdot m_T}, \text{ м}$$

де R_{ce} - радіус тампонажної свердловини, м;

k_{Π} - коефіцієнт проникності ґрунтів, м^2 ;

ρ_v - густина води, т/м^3 ;

μ_v - коефіцієнт динамічної в'язкості середовища, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$

ρ_c - густина цементної суспензії, т/м^3 ;

ΔP - тиск в ізоляційному шарі;

b - емпіричний коефіцієнт, $b=5,1$;

δ - середнє значення коефіцієнту розкриття пор у ґрунті, м;

m_T - коефіцієнт проникнення цементної суспензії у пори ґрунту, м/с .

Тоді:

$$R = 0,05 + \frac{1,27 \cdot 10^{-10} \cdot 1,15 \cdot 10^5 \cdot 1,0}{5,1 \cdot 1,2 \cdot 0,001 \cdot \sqrt{0,001} \cdot 0,03} = 0,05 + \frac{1,46 \cdot 10^{-5}}{5,5 \cdot 10^{-6}} = 2,65 + 0,05 = 2,7 \text{ м.}$$

Радіус тампонажної ін'єкційної завіси навколо нафтової свердловини, яка є джерелом забруднення підземних вод, визначаємо графо-аналітичним методом, враховуючи розрахунковий радіус поширення тампонажного цементного розчину - 2,7 м. Потім графічно визначаємо на плані, у масштабі 1:100, що з таким радіусом навколо нафтової свердловини необхідно пробурити 4 тампонажні свердловини, розміщення свердловин на відстані 4 м планують таким чином, щоб контури поширення тампонажного розчину у водоносному горизонті із сусідніх свердловин перетиналися і ширина "тампонажного замка" була не менше 2 м. У подальшому, по зовнішніх точках перетину кіл проводимо коло, радіус якого і буде радіусом ізоляційної ін'єкційної завіси. У даному випадку він становить 3,5 м.

Радіус тампонажної завіси можна оцінити і аналітично за формулою:

$$R = K \cdot \delta \cdot \Delta P / P_{TP}$$

де $K=1,5-2,0$ – коефіцієнт запасу міцності;

Приймаючи пластичну міцність тампонажного розчину через 10 хв. Після закачки рівною $P_{TP}=4800 \text{ Па} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}$, одержимо радіус тампонажної завіси:

$$R = \frac{1,5 \cdot \delta \cdot \Delta P}{P_{TP}} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 11,35}{4,8 \cdot 10^{-3}} = 3,5 \text{ м.}$$

У даному випадку, радіус тампонажної завіси, розрахований графічно, співпадає з розрахунковим значенням.

Отже, в ізотропно-тріщиноватому середовищі форма ізоляційної завіси навколо нафтової свердловини має вигляд циліндра висотою 6 м та радіусом 3,5 м коефіцієнт водонепроникності завіси становить $(1-1,5) \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2/\text{добу}$.

Проаналізовані методи захисту підземних вод та способи створення ін'єкційних завіс навколо джерел забруднення. Розроблена методика знаходження координат нафтової свердловини (джерела забруднення підземних вод) на основі реалізації тиску у водоносному горизонті та за даними польових гідродинамічних досліджень. Вибрані тампонажний матеріал та його склад для

спорудження ін'єкційної протифільтраційної завіси та приведені лабораторні дослідження міцності та проникності цементного каменю. Встановлено, що при неперервній фільтрації води при тиску 0,5 МПа коефіцієнт водопроникності становить $(1-2) \cdot 10^{-3}$ мкм², а міцність на стиснення цементного каменю (вік 22 доби) складає 30-50 МПа. Розрахований граничний радіус поширення тампонажного матеріалу у ґрунтах водоносного горизонту; для умов Північно-Долинського нафтоконденсатного родовища він становить 2,7 м. Проведено розрахунок протифільтраційної завіси навколо нафтової свердловини - джерела забруднень підземних вод графо-аналітичним методом.

Література

1. Дослідження особливостей формування забруднень гідросфери у нафтовидобувних регіонах Е.Е. Скиба, XIII Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми екологічної безпеки" м.Кременчук 6-8 жовтня 2015 р.
2. Аналіз досліджень особливостей формування забруднень у підземних водах нафтовидобувних регіонів. Я.М. Семчук, Е.Е. Скиба, Л.Я. Савчук. Вісник КрНУ ім. Остроградського №5 (94) 2015 Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ, 2015.-Випуск 2/2015 (20).

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ ПАРАХ ФРИКЦІЙНИХ ВУЗЛІВ НАФТОГАЗОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТРАНСПОРТУ

С.І. Криштона

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: rettes@mail.ru

Сучасна наука накопичила велику кількість інформації про природу тертя та механізми зношення металевих та полімерних матеріалів. Але проблема з'ясування природи процесів тертя металополімерних фрикційних пар ще далека від остаточного вирішення. Значну роль під час фрикційної взаємодії металополімерних пар відіграють електричні процеси. В процесі тертя, внаслідок електричних процесів, які протікають на фрикційному контакті металополімерних трибосистем, відбуваються суттєві зміни властивостей поверхневих шарів металополімерних матеріалів, що істотно впливає на їхні фізичні, механічні та трибологічні характеристики.

Як об'єкт випробувань були прийняті фрикційні вузли барабанно-колодкових гальм (БКГ) нафтогазового технологічного транспорту. Для дослідження фрикційних вузлів БКГ використовувався гальмівний стенд КИ-8964 ГОСНИТИ. Стенд моделі КИ-8964 ГОСНИТИ призначений для визначення технічного стану гальмівних систем автомобілів шляхом вимірювання гальмівної сили. Для реєстрації даних зміни потенціалів в контактах пар тертя на персональний комп'ютер, контактні поверхні підключалися до ноутбука через аналого-цифровий перетворювач USB Oscilloscope (рис. 1). Потенціал в контактах пар тертя реєструвався за допомогою програмного забезпечення USB Oscilloscope.

Під час тертя спостерігається локальний контакт мікрровиступів, при цьому під час контакту електрони переміщуються з одного тіла до другого. Різниця потенціалів двох тіл виникає внаслідок переходу електронів через контакт від тіла з меншою енергією виходу електронів до тіла з більшою енергією. При цьому електрони можуть переходити як від діелектрика до металу, так і навпаки, заряджаючи діелектрик як позитивно, так і негативно. Також на різницю потенціалів суттєво впливає різниця температур контактуючих тіл. Якщо одне з тіл нагрівається більше, то з нього в друге тіло спрямовуються термоструми. Заряди контактуючих тіл мають різні знаки, але однакову величину. На рис. 2



Рисунок 1 – Аналого-цифровий перетворювач USB Oscilloscope